This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

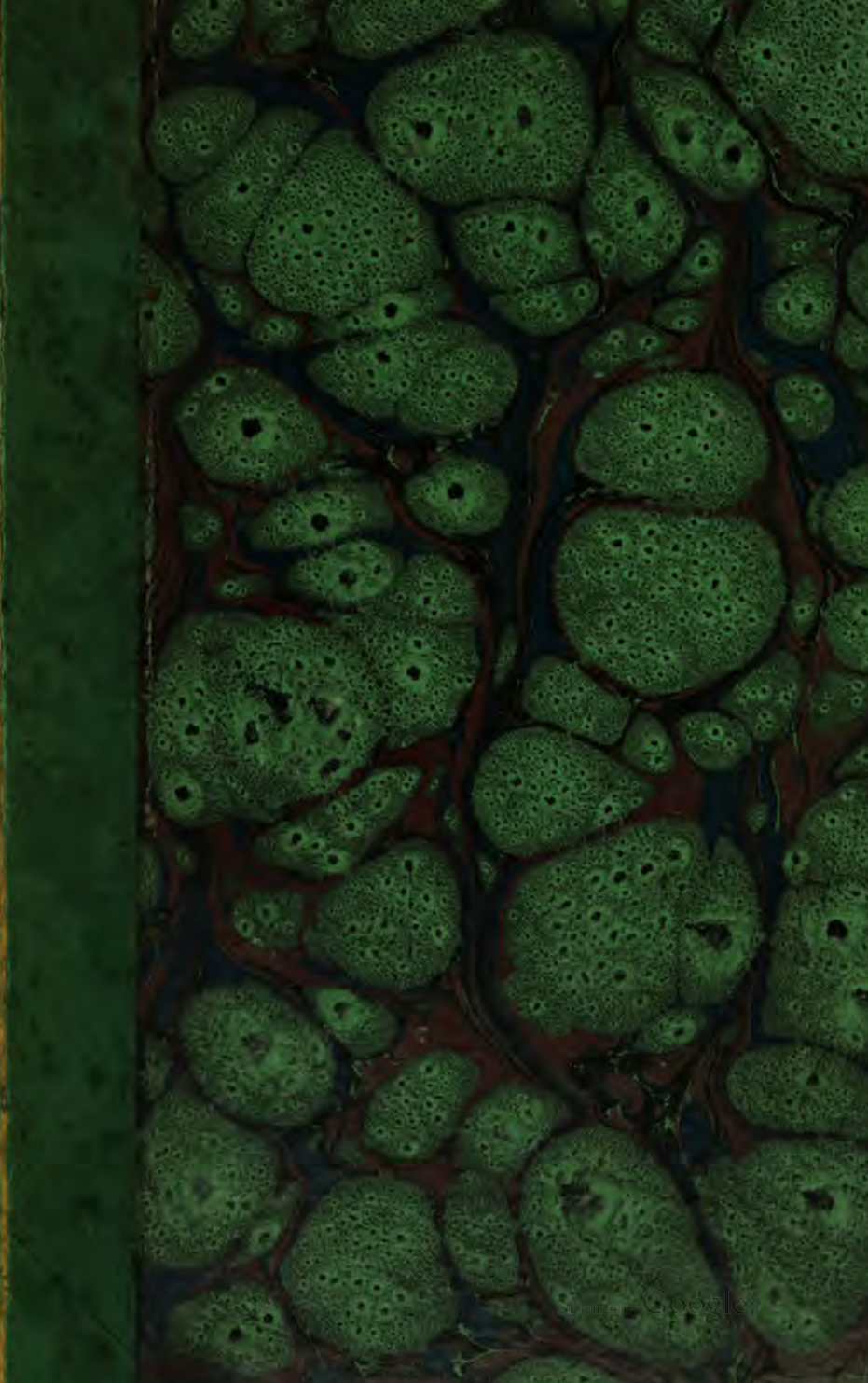
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`


Digitized by Google

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT
900000066746
Digitized by Google

Digitized by Google

Math. 2450 B

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR LES MOYENS

D'EXÉCUTER SOUS L'EAU

TOUTES SORTES

DE TRAVAUX HYDRAULIQUES

SANS EMPLOYER AUCUN ÉPUISEMENT.

Par M. COULOMB, Capitaine en premier dans le Corps Royal du Génie, Correſpondant de l'Académie Royale des Sciences.

A PARIS, *rue Dauphine*,

Chez CHARLES-ANTOINE JOMBERT, fils aîné, Libraire du Roi pour le Génie & l'Artillerie.

M. DCC. LXXIX.

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GAND

Digitized by Google

Digitized by Google

RECHERCHES

SUR LES MOYENS

D'EXÉCUTER SOUS L'EAU

TOUTES SORTES

DE TRAVAUX HYDRAULIQUES

SANS EMPLOYER AUCUN ÉPUISEMENT.

CE Mémoire étoit deſtiné pour le concours d'un prix propoſé par l'Académie des Sciences & Belles-Lettres de Rouen, & dont le terme eſt fixé au mois d'Août prochain; des raiſons particulieres relatives au ſervice du Roi, m'ont forcé d'en hâter la publication. Je l'ai laiſſé ſous la forme qui répond aux données de la queſtion; mais l'on verra que les moyens que je propoſe, quoiqu'appliqués à un exemple particulier, ſont généraux; qu'ils répondent à tous les genres

Digitized by Google

d'excavation que l'on peut faire ſous l'eau, aux profondeurs qu'exige la navigation de nos ports, de nos rades & de nos rivières; qu'ils ſatisfont également à tous les genres de travaux, & aux maçonneries que l'on voudra fonder ſous l'eau à des profondeurs de trente à quarante pieds.

QUESTION.

L'on demande, de recéper ſous l'eau dont il eſt toujours couvert, un rocher qui interrompt la navigation de la Seine auprès de Quillebeuf?

Le rocher reſte ſubmergé d'environ un pied dans les plus baſſes eaux; il eſt de ſoixante à quatre-vingts pieds de longueur ſur trente à quarante de largeur. Les Pilotes deſireroient, qu'il fût ſeulement recepé de trois pieds dans ſa ſuperficie.

Deſcription d'un bateau à air, propre à exécuter ſous l'eau toutes ſortes de travaux Hydrauliques.

Le bateau dont je propoſe l'uſage dans ce Mémoire, eſt conſtruit d'après l'idée qui a fait imaginer la cloche du plongeur; mais il eſt exempt des défauts qui ont rendu cette cloche inutile dans la pratique.

Ce bateau a la forme de trois caiſſes jointes l'une à l'autre, faiſant en tout une longueur de vingt-quatre pieds ſur neuf pieds de largeur. La Fig. 1 repréſente

Digitized by Google

ce bateau vu en perſpective ; la Fig. 2 repréſente ſon plan ; les Fig. 3 & 4 ſont deux coupes verticales correſpondantes aux lignes déſignées au plan : les deux caiſſes *A* & *B*, qui forment les extrêmités du bateau, ont neuf pieds dans le ſens de la longueur du bateau ; celle du centre n'a que ſix pieds dans œuvre. Les caiſſes *A* & *B* ont neuf pieds ſix pouces de hauteur ; celle du centre a onze pieds, & eſt poſée de maniere, qu'elle dépaſſe (Fig. 3) les caiſſes *A* & *B* de ſept à huit pouces dans leur partie inférieure, & à-peu-près d'un pied dans la partie ſupérieure. La partie inférieure des caiſſes *A* & *B* eſt fermée par un fond en madriers, en ſorte qu'elles forment ponton ; la caiſſe du centre qui eſt celle où l'air doit être comprimé, eſt ouverte en entier dans ſa partie inférieure, & eſt fermée par un plafond en madriers dans ſa partie ſupérieure : ce plafond eſt percé de trois trous. Le premier trou *a* (Fig. 1) de dix-huit à vingt pouces de diametre, ſe ferme exactement au moyen d'une trappe garnie de cuir ; ce trou eſt deſtiné à introduire les travailleurs dans la caiſſe de compreſſion ; au centre de cette trappe, l'on pratique un chaſſis où l'on cimente avec ſoin une glace très-épaiſſe pour donner du jour dans l'intérieur de la caiſſe ; cette glace eſt ſoutenue extérieurement par pluſieurs tringles, pour empêcher l'air qui doit être comprimé dans la caiſſe, de l'enfoncer. Le ſecond trou *b* n'a que deux pouces de diametre ; il ſe ferme en deſſous par une petite ſoupape à contrepoids, qui empêche l'air comprimé dans la caiſſe de s'échapper ; ce trou donne communication au moyen d'un tuyau,

Digitized by Google

entre la caisse de compression & un soufflet placé sur le plafond de cette caisse & destiné à y renouveller & à y comprimer l'air. Le troisiéme trou *d*, est surmonté d'un tuyau vertical d'un ou deux pieds de longueur, garni à son extrêmité supérieure d'un robinet ouvert en partie pour évacuer l'air que la respiration des hommes pourroit corrompre, & qui sera chassé par l'air nouveau que les soufflets introduiront continuellement dans la caisse *C*.

L'on voit (Fig. 5) une coupe du soufflet dans le sens de sa longueur; l'air entre dans ce soufflet au moyen d'un trou *d* garni d'une soupape; en fermant le soufflet cette soupape se ferme, & l'air passant dans le tuyau *a b* souleve une autre soupape *b*, & entre dans la chambre de compression.

La chambre de compression est doublée intérieurement avec des lames de plomb soudées avec soin, pour empêcher l'air comprimé de s'échapper par les joints des madriers.

Les détails de la construction & liaison de ce bateau sont faciles à imaginer d'après nos figures; celui que nous représentons est formé au moyen d'un double bordage de trois pouces d'épaisseur. Les madriers posés horisontalement suivant la longueur du bateau, sont percés de quatre trous pour recevoir les tenons des madriers horisontaux qui forment la séparation des caisses. Ces tenons sont assujettis par des clefs. Un second bordage de madriers posés verticalement recroise à angle droit les madriers horisontaux contre lesquels il est bouloné & chevillé;

Digitized by Google

ce qui donne à l'enſemble la plus grande ſolidité. Le fond des pontons *A* & *B* & le plafond de la chambre de compreſſion *C*, ſont attachés contre une liſſe horiſontale que l'on voit à la Fig. 3. La ſolidité de la charpente que nous venons de décrire, s'augmentera facilement par d'autres moyens de liaiſon, que tout conſtructeur de bateau eſt en état d'imaginer & d'exécuter.

Manœuvre du bateau.

Le bateau ſera leſté de maniere que les pontons s'enfoncent de ſept pieds dans l'eau, en ſorte que la chambre de compreſſion aura ſept pieds & demi de tirant d'eau, l'eau rempliſſant juſqu'à cette hauteur l'intérieur de cette chambre. Ainſi lorſqu'il n'y aura plus que ſept pieds & demi de hauteur d'eau ſur le rocher, le bord inférieur de la chambre *C* commencera à le toucher. Il n'eſt plus queſtion pour pouvoir déblaier le rocher, que d'introduire les travailleurs dans la caiſſe de compreſſion, de fermer la trappe, & de chaſſer au moyen des ſoufflets, toute l'eau contenue dans la chambre de compreſſion, en y ſubſtituant de l'air à la place. Par-là lorſque le bord inférieur de la caiſſe de compreſſion touchera le rocher, toute la partie renfermée ſous cette caiſſe ſe trouvera à ſec.

Je ſuppoſe donc, pour fixer l'imagination par une opération particuliere, qui peut être cependant variée ſuivant les circonſtances locales, que lorſqu'il ne reſtera plus que ſept pieds & demi de hauteur d'eau au-deſſus

Digitized by Google

de la partie du rocher que l'on veut déblaier, quatre hommes s'introduiſent par le trou *a* (Fig. 1), dans la caiſſe de compreſſion *C*, où il reſte au-deſſus de l'eau un emplacement de trois pieds & demi de hauteur : ſi l'on ferme la trappe, & que l'on faſſe agir les ſoufflets, l'air ſe condenſera dans la chambre, & ne trouvant aucune iſſue pour s'échapper, il en chaſſera l'eau. Mais l'on doit remarquer, qu'en même temps que l'air en ſe condenſant vuidera l'eau de deſſous la caiſſe, il fera effort par ſa réaction contre le plafond de cette même caiſſe, & il ſoulevera le bateau ; en ſorte que la chambre de compreſſion, ayant ſix pieds dans un ſens, & neuf pieds dans l'autre, & les caiſſes *A* & *B* (Fig. 1) ayant pour baſe un quarré de neuf pieds de côté, le tirant d'eau de la caiſſe *C*, qui primitivement étoit de ſept pieds ſix pouces, ſe trouvera réduit, lorſque l'eau aura été complettement chaſſée de deſſous la caiſſe, à cinq pieds ſept pouces ſix lignes (1). Ainſi après cette opération, le bord infé-

(1) Voici le calcul qui déterminera le tirant d'eau du bateau. Dans la Fig. 6, *Cl* repréſente le tirant d'eau de la chambre de compreſſion avant que l'air ſoit condenſé ; *Cg* repréſente le tirant d'eau de cette même chambre après la condenſation, & que toute l'eau a été chaſſée : ainſi la condenſation de l'air répond pour lors à une colonne d'une hauteur *Cg*, & par conſéquent le plafond de la chambre eſt preſſé par une action égale à une colonne d'eau de la hauteur *Cg*. Donc en ſuppoſant que *B* ſoit égal à une ſection horiſontale de la caiſſe de compreſſion, *B* multiplié par *Cg* exprimera la preſſion que l'air condenſé exerce pour ſoulever le bateau. Or comme la

Digitized by Google

rieur de la chambre de compreſſion ne commencera à toucher le rocher que lorſqu'il ne reſtera plus que cinq pieds ſept pouces ſix lignes de hauteur d'eau au-deſſus ; & pour lors toute la partie du rocher renfermée ſous la chambre de compreſſion, qui forme ici une ſurface de cinquante-quatre pieds quarrés, ſe trouvera abſolument à ſec, ſi le rocher eſt horiſontal ; & ſi le rocher eſt incliné, il n'y aura que la partie la plus élevée du rocher qui ſera découverte ; dans la partie inférieure, il reſtera une hauteur d'eau égale à la pente du rocher ſur neuf pieds de longueur, qui eſt la plus grande dimenſion de notre chambre. Cette hauteur au ſurplus ne ſera jamais que de quelques pouces, ſi le travail eſt conduit avec intelligence. Dans tous les cas les travailleurs renfermés dans la caiſſe de compreſſion, ſe pourvoiront de quelques pieds cubes d'argile, pour pouvoir boucher la jonction du rocher avec le bord de la chambre, non-ſeulement dans les parties les plus élevées, mais même dans la plus grande partie du contour, s'ils le jugent néceſſaire. Ils formeront de plus, contre un des coins de la chambre,

---

bateau eſt ſuppoſé relevé de la quantité gl, ſi A eſt égal à la ſurface horiſontale des deux pontons, $A.lg$ ſera la différence des maſſes d'eau déplacées avant & après la condenſation de l'air. Ainſi, ſuivant les loix de l'équilibre des fluides, nous aurons l'équation $A.lg = A(Cl - lg) = B.Cg$; d'où $Cg = \frac{A.Cl}{A+B}$. En appliquant cette formule à notre exemple, l'on aura $Cl = 7^{pi}\ \frac{1}{2}$, $A = 18^{pi} \times 9^{pi}$, $B = 6^{pi} \times 9^{pi}$, & par conſéquent $Cg = 5^{pi}\ 7^{p}\ 6^{l}$.

Digitized by Google

un petit baſſin d'un pied de diametre, communiquant avec l'eau extérieure, pour y vuider avec une pelle hollandoiſe ou quelque moyen équivalent, les eaux qui filtreroient dans leur travail : dans le déblai, ils s'arraſeront par couches de niveau à-peu-près d'un pied d'épaiſſeur. Voici la marche que l'on pourra ſuivre dans la conduite de l'ouvrage. L'on commencera par renfermer ſous la caiſſe, & par déblaier la ſommité du rocher que l'on enfoncera ſeulement d'un pied; enſuite l'on arraſera à ce niveau toutes les parties voiſines. Lorſque le rocher aura été baiſſé d'un pied, l'on entreprendra une ſeconde couche de la même épaiſſeur que la premiere, l'on s'arraſera par-tout de niveau; la troiſiéme couche s'entreprendra, & s'exécutera comme les deux autres : le rocher après cette opération, ſe trouvera baiſſé de trois pieds, comme l'exigent les données de la queſtion.

Comme le rocher de Quillebeuf a à-peu-près deux mille quatre cens pieds quarrés de ſurface; ſi l'on réduit l'ouvrage des quatre travailleurs renfermés ſous la caiſſe, à cinquante pieds cubes par marée, l'on trouvera qu'il ne faudra que cent quarante-quatre marées, ou ſoixante-douze jours pour déblaier le rocher. Nous comptons, que quatre hommes ſeront ſuffiſans pour manœuvrer les ſoufflets : ainſi ce ſera huit hommes employés tous les jours ſur notre bateau. Doublons ſi nous voulons cette quantité; ajoutons-y les frais de la conſtruction du bateau, qui doivent cependant être diſtribués, entre le travail que nous propoſons, & tous ceux du même genre que l'on exécutera dans le cours de la

Digitized by Google

Seine & ſur les côtes voiſines, & l'on trouvera, que la dépenſe de cette opération ſera ſans nulle proportion moins conſidérable que celle qui réſulteroit des moyens ordinaires.

Voici comme l'on pourra eſtimer le temps néceſſaire aux quatre travailleurs, pour remplir la caiſſe de compreſſion d'air condenſé, & pour chaſſer toute l'eau qui y eſt contenue.

Suivant les expériences du Docteur Déſaguilliers (1), un homme peut élever avec une bonne machine, par un tuyau, un muid ou huit pieds cubes d'eau à dix pieds dans une minute; ou, ce qui revient au même, un peu plus de quatorze pieds cubes à cinq pieds ſept pouces ſix lignes. Or la compreſſion de l'air, & par conſéquent la réaction de ſa preſſion, eſt ſuppoſée répondre à une colonne d'eau de cinq pieds ſept pouces ſix lignes; ainſi en proportionnant les dimenſions des ſoufflets, & la longueur des leviers, de maniere que les hommes puiſſent commodément y employer leur force, un ſeul homme pourroit fournir dans la caiſſe de compreſſion quatorze pieds cubes d'air par minute, & les quatre hommes en fourniroient cinquante-ſix pieds cubes, auſſi par minute: mais comme la caiſſe de compreſſion contient un volume de cinq cens quatre-vingt-quatorze pieds cubes, & que l'air athmoſphérique n'y eſt pas tout-à-fait comprimé d'un cinquiéme de ſon volume; il s'enſuit, qu'après la compreſſion, il

(1) Cours de Phyſique expérimentale, trad. Franç. tom. II, pag. 593.

Digitized by Google

y aura ſept cens douze pieds cubes d'air athmoſphérique renfermé dans la caiſſe de compreſſion. Mais avant le commencement de l'opération, il reſtoit dans la partie ſupérieure de la caiſſe, un eſpace de trois pieds & demi de hauteur au-deſſus de l'eau, qui contenoit cent quatre-vingt-neuf pieds cubes d'air; ôtant cette quantité de ſept cens douze pieds cubes que contient la caiſſe après la compreſſion, il en réſulte, qu'il faudra introduire cinq cens vingt-trois pieds cubes d'air athmoſphérique, pour vuider toute l'eau contenue dans la caiſſe; ce qui d'après les calculs qui précédent, s'opérera facilement dans dix minutes par quatre hommes, puiſqu'ils peuvent élever à cinq pieds ſept pouces ſix lignes cinq cens ſoixante pieds cubes d'eau dans dix minutes. Il y aura à la vérité une partie des forces perdue, parce qu'il faut qu'avant de pouvoir faire paſſer l'air du ſoufflet dans la caiſſe de compreſſion, cet air ſoit réduit dans le ſoufflet au même degré de denſité où il ſe trouve dans la caiſſe; ainſi il faut que le volume d'air renfermé dans le ſoufflet, ſoit diminué à-peu-près d'un cinquiéme, avant que l'action des hommes ſoit employée utilement à faire paſſer l'air dans la caiſſe de compreſſion. Mais cette perte de force ne peut guère être eſtimée qu'à un dixiéme de la force totale, parce que la réſiſtance qu'oppoſe l'air comprimé à l'action des hommes, eſt nulle lorſque le ſoufflet eſt entiérement ouvert, & que cette réſiſtance n'équivaut à une colonne d'eau de cinq pieds ſept pouces ſix lignes, que lorſque l'air a acquis le même degré de denſité dans le ſoufflet que dans la caiſſe.

Digitized by Google

L'on doit faire la même réflexion par rapport à la ſomme des forces que les hommes ſeront obligés d'employer pour remplir la caiſſe. Dans le commencement de l'opération, la denſité de l'air étant la même dans la caiſſe & dans l'athmoſphere, la réſiſtance que les hommes éprouvent pour commencer à condenſer l'air dans la caiſſe, eſt nulle ; & ce n'eſt que lorſque l'eau eſt entiérement chaſſée de la caiſſe, qu'ils ont à vaincre une réſiſtance répondante à une colonne d'eau de cinq pieds ſept pouces ſix lignes ; en ſorte que la réſiſtance moyenne ne peut guère être eſtimée au-delà d'une colonne d'eau de trois pieds de hauteur. Ce qui d'après le calcul des machines, réduiroit le travail néceſſaire pour vuider entiérement la caiſſe de compreſſion, à ſix ou ſept minutes de temps. La conſommation de l'air reſpiré par les hommes, eſt eſtimée par M. Déſaguilliers (1), à un muid ou à huit pieds cubes d'air par heure ; ainſi ce ne ſera qu'une conſommation de ſix ou ſept pieds cubes au plus, pour le temps qu'il faudra aux quatre hommes pour vuider la caiſſe. Doublons ſi nous voulons la perte des forces ; augmentons la conſommation d'air que les hommes reſpirent ; forçons au déſavantage de notre machine, tous les accidens qui pourroient en retarder l'effet ; ſuppoſons que pour purifier l'air de la caiſſe, l'on évacue par minute quatre ou cinq pieds cubes d'air par le tuyau placé ſur le plafond de la caiſſe : nous ne pourrons jamais, malgré tous ces déſavantages, eſtimer

(1) Tome II, page 336.

Digitized by Google

à plus de quinze minutes, le temps néceſſaire à quatre hommes, pour vuider la caiſſe & mettre le rocher à ſec. Lorſque l'eau aura été entiérement chaſſée de la caiſſe de compreſſion, deux hommes ſuffiront pour entretenir une circulation, qui rendra l'air renfermé dans cette caiſſe, plus pur que celui que l'on reſpire dans nos ſalles de ſpectacle, & dans la plupart de nos appartemens.

S'il pouvoit reſter quelques doutes, il ſuffira pour les diſſiper, de faire réflexion, qu'il ſera toujours facile d'augmenter le nombre des ſoufflets, & celui des travailleurs qui doivent les mettre en mouvement; & que quatre ou cinq manœuvres de plus n'influeront jamais ſenſiblement ſur la dépenſe d'un pareil travail.

Lorſque l'on voudra donner une grande denſité à l'air, comme par exemple le double de la denſité athmoſphérique, l'on pourra ſubſtituer des pompes aux ſoufflets : les pompes à piſton de mercure, exécutées en Angleterre & décrites par Déſaguilliers (1), me paroiſſent préférables pour condenſer l'air, à toutes celles que l'on trouve dans nos cabinets de phyſique; mais nous croyons cependant que lorſqu'il ne faudra condenſer l'air de la caiſſe que d'un tiers de plus que la denſité athmoſphérique, c'eſt-à-dire, qu'il faudra ſeulement ſoutenir par la compreſſion de l'air, une colonne d'eau de dix ou onze pieds, des ſoufflets ſeront plus commodes.

(1) Tome II, page 576.

Digitized by Google

On auroit pu augmenter les dimenſions de notre chambre & celles des pontons à proportion; il en ſeroit réſulté que l'on auroit pu y renfermer un plus grand nombre de travailleurs, & embraſſer à chaque marée une plus grande ſurface; mais il nous a paru que tout compenſé, les dimenſions que nous adoptons ſuffiſoient pour ſatisfaire à la queſtion actuelle. La hauteur de la chambre a été reglée de maniere que les hommes commençaſſent à travailler lorſqu'il reſteroit encore cinq pieds ſept pouces de hauteur d'eau au-deſſus du rocher; mais d'après les données de la queſtion, comme le rocher ne reſte couvert à baſſe mer que d'un pied de hauteur d'eau, les travailleurs, dans beaucoup de marées, auront plus de trois heures de travail; tems que nous croyons ſuffiſant à quatre hommes pour enlever cinquante pieds de ſurface ſur un pied de profondeur, quand même ils ſeroient gênés par huit ou neuf pouces de hauteur d'eau.

Il nous reſte encore pour remplir l'objet de ce Mémoire, de chercher les moyens de ſe débarraſſer à chaque marée, des deblais que les travailleurs formeront ſous la caiſſe de compreſſion. L'on voit (Fig. 3 & 4) dans l'intérieur de cette caiſſe, une grande hotte qui a cinq pieds de hauteur, trois pieds de largeur dans la partie ſupérieure, & ſeulement un pied & demi dans la partie inférieure : le fond, qui ferme la partie inférieure de cette hotte, eſt attaché à charnieres au côté de la chambre, & eſt ſoutenu au moyen de deux chaînes liées au plafond

Digitized by Google

de la chambre, mais que l'on peut lâcher à volonté; cette hotte eſt attachée trois ou quatre pieds plus haut que le terrein que l'on veut déblaier, pour que l'on puiſſe travailler par-deſſous; elle a toute la longueur de la chambre, & elle contiendra facilement les déblais que quatre travailleurs pourront fournir dans une marée. La hauteur des bords des pontons au-deſſus de la ſurface de l'eau eſt trop grande, pour que l'on puiſſe craindre que la charge de cinquante pieds cubes de déblai puiſſe faire couler le bateau; c'eſt de quoi l'on s'aſſurera facilement par le calcul. Lorſque le travail ſera fini, & que le montant de la mer mettra le bateau à flot, on le conduira dans quelque partie de la riviere, où les déblais que l'on vuidera en lâchant les chaînes, ne pourront point nuire à la navigation.

Après tous les détails dans leſquels nous venons d'entrer, nous croyons qu'il ne doit reſter aucun doute ſur la réuſſite des moyens que nous propoſons. Le ſeul danger que l'on pourroit peut-être craindre, ſeroit que la condenſation de l'air ne nuisît à l'économie animale des hommes renfermés ſous la caiſſe de compreſſion; mais ſi l'on fait attention que l'excédent de la denſité de notre air comprimé ſur celui de l'athmoſphere, ne répond qu'à une colonne d'eau de cinq pieds & demi, & qu'en traverſant des pays de montagne, l'on éprouve quelquefois de pareilles différences ſans s'en appercevoir, l'on ſera entiérement raſſuré ſur ce danger. Je pourrois rapporter un grand nombre d'expériences faites à ce ſujet,

Digitized by Google

ſujet ; mais je me contenterai de citer celles de quelques Phyſiciens dont l'exactitude & la ſagacité ſont connues. . . . . M. Muſchembrock (1) dit « que » les hommes ſe trouvent aſſez bien ſous l'eau à » une profondeur de trois cens pieds, pourvu que » l'on y renouvelle l'air & que l'on y fourniſſe ce- » lui néceſſaire à leur conſommation ». Si une variation de denſité répondant à une colonne d'eau de trois cens pieds de hauteur ne dérange pas l'économie animale, celle qui répond à cinq ou ſix pieds doit être abſolument inſenſible. L'on trouve dans la Phyſique du Docteur Déſaguilliers (2), que M. Edmond Halley a fait lui-même pluſieurs expériences en s'introduiſant ſous la cloche du plongeur, où il renouvelloit l'air au moyen d'un tonneau que l'on deſcendoit de la ſurface de la mer, ſans qu'il lui ſoit jamais arrivé aucun accident. L'on trouve dans le même Ouvrage, une lettre de M. Martin Triewal, qui tenoit du Gouvernement de Suéde, le privilége des plongeurs ſur le bord de la mer Baltique. Il aſſure avoir toujours fait avec ſuccès ſes opérations au moyen de la cloche du plongeur de M. Halley : il dit entr'autres choſes remarquables, qu'un des plongeurs dont il ſe ſervoit étoit âgé de ſoixante ans, & faiſoit ce métier depuis l'âge de vingt ans.

(1) Eſſai de Phyſique, trad. Franç. premiere édit. tom. II, page 680.

(2) Trad. Franç. tom. II, pag. 239.

Digitized by Google

En réfléchiſſant ſur l'aſſertion de M. Muſchembrock & ſur les expériences rapportées par M. Déſaguilliers, il en réſulteroit qu'il n'y auroit aucune eſpece de danger à craindre en faiſant travailler les hommes dans un air condenſé ſous une colonne d'eau de trente à quarante pieds de hauteur. Ainſi il paroît qu'un bateau à air pourroit être de la plus grande utilité pour exécuter ſous l'eau une foule de travaux qui, juſqu'ici, ont paru impoſſibles, ou n'ont été tentés qu'avec des frais & des riſques énormes. Le bateau que l'on deſtineroit à de grandes conſtructions, pourroit avoir trente ou quarante pieds de hauteur, la chambre de compreſſion auroit quinze ou vingt pieds de longueur & de largeur, les autres dimenſions du bateau s'augmenteroient dans les mêmes proportions.

Si l'on vouloit ſe ſervir d'un pareil bateau pour fonder une maçonnerie dans la Méditerranée ou dans le lit profond d'une riviere; après avoir applani le terrein & y avoir, ſi on le croyoit néceſſaire, enfoncé des pilots & coulé un grillage, l'on renfermeroit dans la chambre de compreſſion, les matériaux néceſſaires pour former un établiſſement d'un pied de hauteur ſur toute la ſurface renfermée ſous la chambre; l'on mettroit enſuite à ſec le deſſous de la chambre par le moyen des pompes de compreſſion, ſi les ſoufflets n'étoient pas ſuffiſans; l'on couleroit le bateau, & on le mettroit à flot au moyen de quelques pieds cubes d'eau que l'on introduiroit dans les pontons, & que l'on vuideroit à volonté.

Pour rendre l'uſage de cette grande caiſſe plus

Digitized by Google

commode, pour pouvoir y renouveller les travailleurs & y introduire quand on voudra des matériaux & des outils ſans laiſſer remonter l'eau dans la caiſſe; il faudra pratiquer dans la partie ſupérieure de la chambre de compreſſion, un ou deux petits coffres de quatre ou cinq pieds dans tous les ſens, doublés, comme la chambre, d'une lame de plomb: ces coffres communiqueront au moyen de deux portes, d'un côté, avec la chambre de compreſſion, de l'autre, avec l'air extérieur; par ce moyen, l'on pourra former un dépôt, & introduire dans la chambre de compreſſion, tout ce que l'on jugera à propos, ſans y diminuer l'état de condenſation néceſſaire pour tenir à ſec le deſſous de la caiſſe.

Le rocher de Quillebeuf étant formé de marne, mêlé de lits de ſilex, la pioche, le pic à roc, des coins & quelqu'autres outils du même genre, ſuffiront, je crois, pour en entreprendre le déblai; mais dans les cas où la dureté du rocher exigeroit que l'on ſe ſervît de poudre, voici comme on pourroit s'y prendre. Suivons toujours les données de notre exemple. La chambre de compreſſion ayant ici onze pieds de hauteur, l'on pourra facilement y manœuvrer une barre de mineur. Après avoir percé le rocher à la profondeur convenable, l'on introduira au fond du trou de la mine, une petite boîte cylindrique de fer-blanc, à-peu-près de même diametre que ce trou; elle aura la hauteur ſuffiſante pour contenir la poudre de la charge; au couvercle de cette boîte, l'on ſoudera un petit tuyau de fer-blanc de deux ou

Digitized by Google

trois lignes de diametre, qui renfermera une compoſition d'artifice très-foible, deſtinée à porter l'inflammation juſques dans la mine; le ſommet du tuyau ſera enduit de quelque matiere graiſſeuſe, & s'élevera au-deſſus du niveau de la mer baſſe; on le ſoutiendra, ſi on le juge néceſſaire, avec des cordages attachés à des pointes enfoncées dans les joints du rocher pour empêcher les courans de le rompre; la mer en montant, mettra à flot le bateau à air qui couvre la mine; ou l'éloignera, lorſque ſon bord inférieur ſe trouvera plus haut que l'extrémité du tuyau qui contient l'artifice. Lorſque le reflux découvrira enſuite l'extrémité du tuyau, une chaloupe viendra y mettre le feu; la lenteur de l'inflammation donnera le tems à la chaloupe de s'éloigner avant l'exploſion.

Dans la Méditerranée & dans le lit des rivieres où l'on n'a pas le ſecours des marées, l'on parviendra à faire jouer les mines ſous l'eau, de la maniere ſuivante. Le tuyau de fer-blanc qui contient l'artifice, ne s'élevera que d'un pied au-deſſus du rocher, mais il ſera terminé par un tuyau de cuir enduit extérieurement de quelque matiere impénétrable à l'eau, & intérieurement d'un vernis incombuſtible. Ce tuyau de cuir ſera ſoutenu intérieurement contre la preſſion de l'eau par des tuyaux de fer-blanc ou des cercles de gros fil de fer; ſon extrémité ſera fermée avec ſoin; l'on y attachera un corps flottant, afin que lorſque la mine ſera découverte, & que le bateau ſera à flot, l'extrémité du tuyau s'éleve à la ſurface

Digitized by Google

de l'eau; un fil ſoufré que l'on introduira dans le tuyau, ou quelque moyen équivalent, portera l'inflammation juſques dans la mine. La réuſſite de cette opération dépendra abſolument du ſoin que l'on aura pris de rendre le tuyau de cuir impénétrable.

Les objets dont nous nous ſommes occupés dans ce Mémoire, paroiſſent mériter la plus grande attention, & peuvent changer le ſyſtême de la plupart de nos conſtructions hydrauliques. Le développement de nos côtes nous offre d'excellens baſſins, des lits de riviere profonds, mais dont l'uſage eſt interdit à nos vaiſſeaux par des rochers couverts de cinq à ſix pieds d'eau, & dont on n'a pas tenté l'extraction, parce qu'elle exigeroit des dépenſes énormes en employant les moyens ordinaires : nos ports principaux, nos rades, ſont preſque tous gênés par des rochers qui occaſionnent tous les ans des accidens funeſtes; les moyens que nous propoſons pour s'en délivrer paroiſſent sûrs, d'une exécution facile, peu diſpendieuſe, & nous ne croyons pas qu'il y ait des raiſons qui puiſſent en empêcher l'eſſai.

Cependant, malgré la ſimplicité des moyens qu'exige ce nouveau genre de travail, l'on ne peut trop recommander aux artiſtes qui les premiers voudront faire uſage de nos bateaux, de ne négliger aucune eſpece de précautions : dans les choſes neuves, le moindre événement, facile à prévoir & à corriger, fait renoncer pour long-tems à une idée utile : il faut auſſi avoir ſoin d'introduire continuellement du

Digitized by Google

nouvel air dans la caiſſe de compreſſion ; tout le tems que le travail durera ; une partie ſervira à la conſommation des travailleurs, & l'autre chaſſera l'ancien air, qui s'échappera entre les joints du rocher par-deſſous la caiſſe & par le tuyau & le robinet placé au ſommet de la caiſſe de compreſſion : ce robinet ſera toujours ouvert de maniere à évacuer la moitié ou le tiers de l'air que l'on introduira continuellement au moyen des ſoufflets ou des pompes, le reſte s'échappera, comme nous venons de le dire, par le deſſous de la caiſſe.

Notre bateau n'a de commun avec la cloche du plongeur, que le principe de ſa conſtruction. La cloche du plongeur eſt toujours ſuſpendue par une corde & manœuvrée par des cabeſtans ; ſi on veut qu'elle déplace un volume d'eau un peu conſidérable, il faut lui donner un poids énorme, & ſa manœuvre devient très-difficile, pour ne pas dire impoſſible ; s'il arrive un accident, le ſeul homme qu'elle peut renfermer, eſt ſouvent étouffé & noyé avant qu'on puiſſe la tirer de l'eau ; mais avec notre bateau, il paroît que l'on pourra mettre à ſec au milieu des eaux, des ſurfaces de plus de quatre cens pieds quarrés ſans avoir rien à craindre, parce que la partie ſupérieure de notre caiſſe eſt toujours hors de l'eau ; que les travailleurs qui y ſont renfermés peuvent parler avec ceux qui ſont dehors ; que l'air y eſt renouvellé par des courans continuels. La manœuvre de notre bateau ſera dans tous les cas de la plus grande facilité ; elle s'exécute dans l'Océan

Digitized by Google

par le seul mouvement des marées qui le coule & le met à flot ; dans la Méditerranée & dans les rivieres, quelques pieds cubes d'eau introduits dans les pontons & vuidés avec des pompes, rempliront le même objet.

FIN.

Digitized by Google

EXTRAIT DES REGISTRES

De l'Académie Royale des Sciences,

Du 15 Mai 1779.

MESSIEURS LE MONNIER, LAVOISIER, BORI & l'Abbé BOSSUT, Commiſſaires nommés par l'Académie pour examiner un Ouvrage de M. Coulomb, qui a pour titre : *Recherches ſur les moyens d'exécuter ſous l'eau toutes ſortes de travaux hydrauliques, ſans employer aucun épuiſement;* en ayant fait leur rapport, dont le réſultat eſt que la méthode propoſée par M. Coulomb étant fondée ſur des principes certains, paroît devoir réuſſir dans la pratique, ſi elle eſt conduite avec toutes les précautions que l'expérience & la réflexion pourront ſuggérer en pareil cas; qu'elle eſt très-importante par ſon objet, par les différentes applications dont elle eſt ſuſceptible, par la facilité & l'économie qu'elle apporteroit dans preſque toutes les conſtructions hydrauliques; & qu'enfin elle mérite d'être ſoumiſe à l'expérience: l'Académie a approuvé le Mémoire de M. Coulomb & l'a jugé digne d'être imprimé ſous ſon privilége.

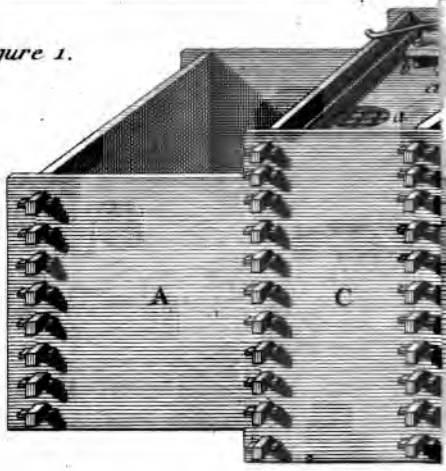
En foi de quoi j'ai ſigné le préſent certificat. A Paris, ce 16 Mai 1779.

Le Marquis DE CONDORCET,
Secrétaire perpétuel.

De l'Imprimerie de CHARDON, rue Galande, 1779.

Digitized by Google

Figure 1.



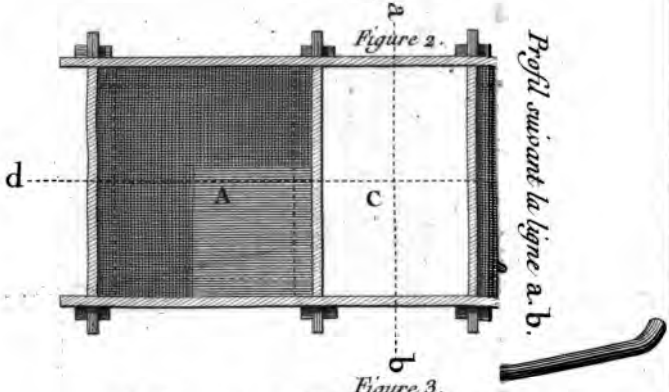
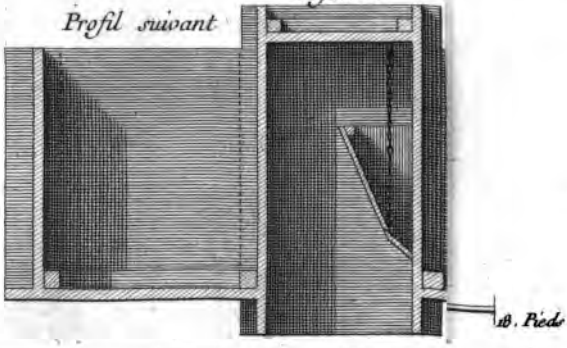


Figure 2.

Profil suivant la ligne a. b.

Figure 3.

Profil suivant



de la Gardette Sculp.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google